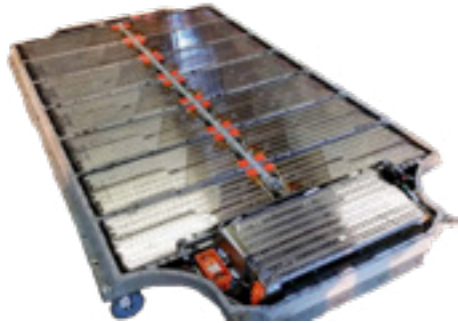


TH6XX 模块化线束线缆综合测试系统： μΩ 级接触电阻测量稳定度

研究背景

在新能源汽车的线束线缆测试中，由于焊接点、铆接点以及紧固件等接触类电阻普遍处于 mΩ 甚至 μΩ 的极低水平，这些微小电阻值对电流传输的效率和稳定性具有直接影响。因此，准确评估这些电阻值对于确保新能源汽车的安全运行和卓越性能至关重要。



(图片来源于网络)

为了满足这一日益增长的市场需求，同惠电子创新推出了 TH6XX 系列模块化线束线缆综合测试系统。这一系统采用专用的 μΩ 级接触电阻测量技术，确保了数百路，乃至数千路新能源线束线缆的品质和连接可靠性。



TH6XX 系列作为同惠电子多年研发经验的集大成者，采用了先进的四线式测量技术，拥有高达 320-2560CH 的测量通道数。无论是低至 1μΩ 的导通测试，还是高达 AC2000V/DC3000V 的耐压测试，TH6XX 系列都能轻松胜任。

通道数	TH6100	TH6200	TH6300	TH6400	TH6500	TH6600	TH6700
通道数	40	80	160	320	640	1280	2560
耐压	2000V	2000V	2000V	2000V	2000V	2000V	2000V
耐压通道数	10	20	40	80	160	320	640
耐压精度	±1%	±1%	±1%	±1%	±1%	±1%	±1%

TH6XX 系列适用于新能源汽车电池 FPC、集成母排焊接电阻 CCS、汽车 PDU、高压线缆、线束品质及连接可靠性检验。无论是焊接点、铆接点还是紧固件等接触类电阻，TH6XX 系列都能提供精确的测量。

TH6XX 系列强大特点

一、μΩ 级接触电阻测量稳定度

焊接点、铆接点、紧固件等接触类电阻值很低，通常为 mΩ 甚至 μΩ 级别，常规线束测试采用的恒压法或者小电流恒流法难以达到理想的测量分辨率和测试精度。

TH6XX 系列凭借公司多年微弱信号测试技术积累，采用专用的 μΩ 级接触电阻测量技术，保证 μΩ 级别微小接触电阻测试稳定、可靠，重复性高：

- (一) 采用 DC 恒流测试方法，将恒流源电流提高至 1A；
- (二) 采用四线式测量技术，有效消除测试引线电阻压降带来的测试误差；
- (三) 支持快速短路清零，最小测试分辨率稳定可达 1μΩ；
- (四) 在微小电阻测试时，测试连接系统存在数 μV 至数十 μV 的金属接触热势，且该热势随系统和外界环境温度不断变化。

因此，消除热势影响成为系统稳定测量的主要因素。本系统可快速、可靠地消除接触热势的影响，保证 μΩ 级接触电阻的稳定测量。

二、多项专利技术

A. ms 级高速短路测试判断 (专利号: 201210021127.2)
传统的短路测试方法往往面临着效率瓶颈。在一个拥有数千条线路的系统中，如果每条线路都需要逐一进行测试，那么测

试的时间将会非常漫长。这不仅影响了生产效率，还可能导致测试成本的增加。



为了解决这一问题，TH6XX 系列模块化线束线缆综合测试系统中创新研发了 ms 级高速短路测试判断技术。

这项技术的核心思想是将整个测试过程进行二分处理，通过智能算法和高效的硬件支持，将测试时间大大缩短。能够准确检测出线路中的短路和断路情况，确保线束的质量和和使用安全性。

B. 高低压分离，范围更广、精度更高的绝缘电阻测试 (专利号: 202310166151.3)

线束测试时，涉及短断路、导通、元器件、交流阻抗、耐压、绝缘等参数的测试，不同参数测量技术不同，各种高低压、交流信号相互干扰，将严重影响通道间绝缘性能并降低绝缘测试稳定性及测试范围。



TH6XX 系列采用高低压分离专利技术，将高低压、高低频信号相互隔离，有效解决了通道间相互干扰的关键技术难题，将仪器自身绝缘阻抗提高到 100GΩ，从而使绝缘电阻测试范围达到了 1GΩ 以上。

C. 多种高压测量技术，保证系统高效测试 (专利号: 201810815965.4)

TH6XX 系列产品内置二分法、一一对其他、自动测试、所有对地、产品分组等多种高压测试方法，在保证测试结果准确的情况下，极大的提升系统测试效率。



三、接触检查功能

在线束系统、电池焊点等生产测试时，测试点数量规模庞大，多达几百乃至数千个测试点，测试线连接发生故障时，故障排除将是非常艰巨的任务。

由于测试频繁，测试线、工装、模具等与被测件的测试点会产生接触不良状况，一旦出现接触不良，器件参数、耐压绝缘等不合格品可能会被判定为合格，尤其在自动测试过程中，若无实时测试线接触检查，一旦出现上述接触不良情况，会产生批量产品误判，从而造成重大产品质量事故。



TH6XX 系列产品配置了实时高效的硬件测试线接触检查功能，可将测试线接触不良导致的隐患提前排除，保障系统可靠测试、提高用户测试效率。

总的来说，TH6XX 系列模块化线束线缆综合测试系统以其卓越的性能和创新的技术，为新能源汽车行业的线材测试带来了全新的解决方案。

(本文来源: Tonghui 同惠)

示波器的三种触发模式

示波器的触发模式有自动模式 (Auto)、正常模式 (Norm) 和单次模式 (Single) 三种。在测不同信号时，采用不同的触发模式，才能准确测量到所需要的波形。下面以我司静电发生器 TEH-10030 和示波器 MDO 704 为例来解读示波器三种触发模式。

静电发生器输出信号通过高压衰减棒 P6039A 接入到示波器 CH1 通道，示波器选择 1000x 的衰减比。

自动模式 Auto

在自动模式下，当没有触发信号时，示波器的扫描系统会根据设定的扫描速率自动进行扫描；而当有触发信号发生时，扫描系统会尽量按信号的频率进行扫描，所以在自动模式下不论触发条件是否满足，示波器都会产生扫描，都可以在屏幕上看到有变化的扫描线。



如上图所示，设置静电发生器为连续多次输出，示波器 MDO 704 在“Menu”触发菜单里选择自动触发方式。当接收到静电发生器的输出信号时，屏幕会连续滚动显示扫描到的所有信号波形。如要锁存信号波形，需手动按右上角运行 / 停止“Run/Stop”按钮来暂停当前扫描到的信号波形。

正常模式 Norm

在正常模式下示波器只有当触发条件满足了才进行扫描，如果没有触发，就不进行扫描。因此在这种模式下如果没有触发的话，示波器屏幕上没有扫描线。



如上图所示，静电发生器设置为连续多次输出，示波器在“Menu”触发菜单里选择正常触发方式。设置时间参数为 20ms，触发电压为 500V。当静电发生器的第一个触发信号到来时，示波器屏幕会显示扫描到的信号波形，并停留，直到扫描到下一个信号，如此直到接收最后一个信号为止。

单次模式 Single

单次模式与正常模式比较类似，也是只有当触发条件满足时才产生扫描。而不同之处在于，单次扫描一旦产生并完成后，示波器的扫描系统即进入一种休止状态，即使后面再有满足触发条件的信号出现也不再进行扫描，也就是触发一次只扫描一次，即单次，必须通过手工的方法将扫描系统重启，才能产生下一次触发。



如上图所示，静电发生器设置为单次输出，示波器在“Menu”

触发菜单里选择单次扫描方式，也可在示波器右上角按按“Single”按钮。当静电发生器输出单次脉冲信号后，示波器能快速捕捉到该波形，并锁存，此时右上角的运行 / 停止“Run/Stop”按钮点亮。当要再次捕捉该信号时，需先按“Run/Stop”按钮，解除锁定。

那么在实际中该怎么选择和使用呢？

在实际使用中，不同触发模式的选择要依据被测信号特性和要观测的内容作出判断。

一般情况下，在对信号的特点不是很了解的时候，应该选择自动模式，这时不管是什么样的信号示波器都会扫描，即使没有波形，也会有扫描线。有扫描线后，可以通过调节示波器的垂直增益、垂直位置、时基速率等参数找到波形，然后通过选择触发源、触发边沿、触发电平参数来稳定波形。只要信号是周期性的，其频率在适合相应示波器观测的范围内并且不太复杂的话，通过这样的步骤一般能达到对信号的大体了解，然后根据需可作进一步的观测。

对于正常模式，当被测信号是一些比较简单的周期性信号时，将触发模式在自动与正常之间切换，屏幕波形并没有什么变化。而当我们要观测波形的细节，特别是对于比较复杂信号时，正常模式就比较合适。



因为当观测波形细节时，我们需将示波器的时基扫描速率调高，以便将波形展开。而当时基扫描速率调高后，就会使得被测信号的频率相对于示波器扫描速率而言变低。在此情形下，如果选择的是自动模式，则示波器会实际进行所有这些扫描，其结果是使这些扫描（它们不是由触发产生）所对应的波形与触发扫描所对应的波形一起显示，造成显示波形的混叠，因而不能清晰地显示我们想看的波形。



而如果此时选择的是正常模式，示波器只会进行那些因触发而产生的扫描，因而只显示我们想看到的与触发相联系的波形，从而使波形会比较清晰，这就是正常触发模式的作用。



同样如果此时选择的是单次扫描，示波器也会像正常模式进行因触发而产生的扫描，但只进行一次触发扫描，后面的信号则不再进行扫描。因此，单次扫描适用于观测非周期信号或者单次瞬变信号。

(本文来源: Pintech 品致)

SSA5000A 相位噪声分析功能怎么用？看这篇文章就够了

作者：鼎阳科技 张贺阳

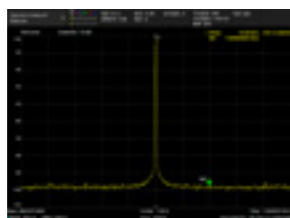
稳定的频率源是许多电子设备和大多数射频设备的共同需要，相位噪声可以用来描述和测量这些频率源的短期频率稳定性。本文将从使用角度简述鼎阳 SSA5000A 频谱仪相位噪声分析功能的使用方法。



传统相位噪声测量方法

使用频谱仪的频谱分析功能是测量相位噪声最传统也是最直接、最广泛使用的方法传统相位噪声测量方法。

如下图所示。首先测量载波功率 (Pc)，单位为 dBm。下一步使用差值光标，将光标设置到偏离载波的特定频率，即相位噪声带中的一点。然后测量该偏移处 1Hz 带宽内的噪声功率 (Pn)。



传统相位噪声测量方法

如果将频谱仪的分辨率带宽 (RBW) 设置为 1Hz 来进行扫描，需要的时间过长，可以使用噪声光标功能将 RBW 滤波器测量的噪声归一化为 1Hz 的带宽，归一化后噪声的功率将降低 NdB，

其中 N=10*log (RBW/Hz)。将噪声功率 (Pn) 减去载波功率 (Pc)，即可得到给定偏移量下的相位噪声，单位为 dBc/Hz。

在绝大部分情况下，测量相位噪声都需要在与载波不同的偏移量下重复这个过程。

相位噪声分析功能

在实际测量的过程中，确定载波频率之后使用不同的频偏反复测量往往过于繁琐，SSA5000A 提供了一种自动化测量的方法。开机后点击左上角的 Spectrum Analyzer 频谱分析，进入窗口管理页面，点击相位噪声 >Log Plot 添加相位噪声分析的窗口，此时频谱仪工作在相位噪声测量的模式。

相位噪声分析的工作界面和频谱分析的操作界面类似，如下图所示：

- ① 工作模式
- ② 工作状态区
- ③ 测量结果区
- ④ 扫描参数区
- ⑤ 菜单区



相位噪声分析功能操作界面

1. 频率设置

载波频率：设置载波的频率

自动调谐：频谱仪将自动查找并设置载波频率，并自动设置偏移

起始频率偏移：偏离载波频率的最小值
终止频率偏移：偏离载波频率的最大值
在完成设置后，频谱仪将自动完成测量过程，并在定义的频率偏移范围内重复测量

2. 信号追踪设置

扫宽：由于输入的源不一定很稳定，会左右频偏，导致测试结果有偏差。这个功能能在规定范围内跟踪频偏，减小频率飘动带来的影响。

3. 测试结果参考

在规定的频率偏移范围内测量到的单边带相位噪声如图所

示。在图中，偏移范围为 100Hz 至 1MHz。横坐标使用了对数刻度，是因为这样既可以获得较宽的频率范围，又可以在接近载波时获得更精细的分辨率——较小的偏移往往比较大频率偏移时的相位噪声更能反应信号的质量。



相位噪声测量结果

其中，迹线 1 为原始数据，迹线 2 为平滑后的单边带相位噪声。

SSA5000A 相位噪声功能的优势

1. 更低的显示平均噪声电平

使用频谱分析仪进行相位噪声测量时，相位噪声是通过载波功率和载波不同偏移的噪声功率来计算的。

测得的噪声功率一般很小，为了不使信号淹没在频谱仪的显示平均噪声电平中，要求频谱仪的显示平均噪声电平很低。

SSA5000A 的显示平均噪声电平低于 -165dBm/Hz，用户可以根据这项指标和频谱仪的相位噪声来判断输入信号幅度是否合适，测量是否正确。

2. 更小的分辨率带宽

在测量与载波偏移极小的相位噪声时，对频谱仪的性能有很高的要求。为了避免同时测量到载波功率和噪声功率，需要非常窄的分辨率带宽。

SSA5000A 的最小分辨率带宽为 1Hz，在相位噪声测量的功能中起始频率偏移也支持 1Hz 的设置。

3. 更低的相位噪声

频谱仪本身的相位噪声也会对测试产生影响。频谱分析仪通常有多个本地振荡器 (LO)，在测试的过程中，频谱分析仪的振荡器也有自己的相位噪声，会在测试信号经过频谱分析仪的不同阶段中加入到测量信号的相位噪声中。

因此，在使用频谱分析仪测量相位噪声时，需要将原始信号中的相位噪声和仪器添加的相位噪声区分开来。避免这一问题的最简单的方法就是确保频谱分析仪的相位噪声指标远优于被测设备 (DUT)。

鼎阳的 SSA5000A 在偏移 10kHz 下相位噪声低于 -105 dBc/Hz@1GHz，满足相当多的测量环境。

(本文来源: 鼎阳硬件智库)